CONTENIDO

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Nombre: Carlos Porras Porras Luis A. Chavarro Cargo: Jefe Laboratorios de Metrología Responsable laboratorio Fecha:	Nombre: María Teresa Pineda B. Cargo: Delegada para la Protección del Consumidor Fecha: Firma	Nombre: Gustavo Valbuena Quiñones Cargo: Superintendente de Industria y Comercio Fecha: 2009-07-09 Firma: Original firmado por Gustavo Valbuena Quiñones

1. OBJETIVO

Puesto que todo el trabajo de calibración realizado por el laboratorio tiene su eje central en el funcionamiento correcto del higrómetro de punto de rocío de espejo enfriado, patrón del laboratorio, este documento describe detalladamente las operaciones que deben tenerse en cuenta para su operación correcta.

2. ALCANCE

Se describe la operación y mantenimiento del higrómetro de punto de rocío de espejo enfriado, patrón del laboratorio de Humedad.

3. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

HIGRÓMETRO: Instrumento que indica la humedad relativa de aire.

PUNTO DE ROCÍO: Temperatura a la cual la presión de vapor de agua es igual a la presión de vapor de saturación.

PACER: Rutina programable automática para la reducción de errores por contaminantes ejecutada por el higrómetro de punto de rocío de espejo enfriado.

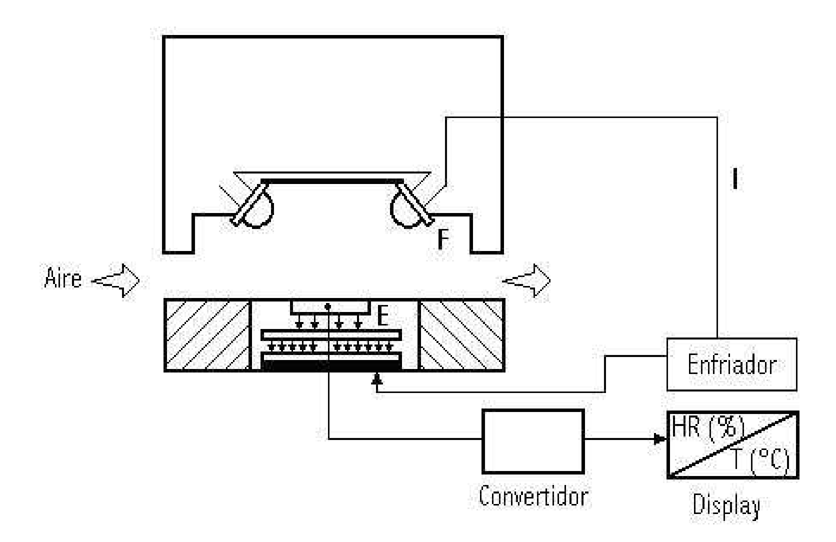
4. GENERALIDADES

4.1 Fundamento teórico

Cuando una masa de aire húmedo se enfría hasta alcanzar el punto de rocío (temperatura a la cual la presión de vapor de agua es igual a la de saturación), el vapor se condensa, empañando las superficies aledañas, o formando pequeñas gotas en suspensión. Este es el fundamento del higrómetro de punto de rocío que a continuación se describe.

Un rayo de luz es reflejado por un espejo metálico (E), alcanzando a continuación una celda fotodetectora (F), que genera una pequeña corriente eléctrica (I) proporcional a la intensidad luminosa detectada por F. La superficie metálica especular (E) es enfriada eléctricamente hasta que alcanza la temperatura a la cual comienza la condensación del vapor de agua presente en el aire que entra al sistema. La capa de rocío es detectada ópticamente y el espejo se mantiene a esa temperatura.

El fotodetector (F) se arregla de manera que esté completamente iluminado cuando el espejo se encuentre completamente limpio y seco (sin la capa de condensado), ahora bien, cuando en el proceso de enfriamiento se alcanza la temperatura de rocío se empaña su superficie, disminuyendo sensiblemente la intensidad del rayo reflejado. La salida del fotodetector se amplifica y se usa para controlar la corriente suministrada al sistema de enfriamiento termoeléctrico.



Este hecho es registrado por el aparato, dando una indicación directa o indirecta de la temperatura a la cual se está produciendo la condensación, este valor (Punto de rocío) se puede utilizar para calcular las otras variables relacionadas con la humedad.

Cuando el instrumento es puesto en operación por primera vez y el espejo está limpio, se puede mantener una película de condensación perfecta sobre su superficie, lo que se traduce en altas exactitud y repetibilidad. Sin embargo, a medida que el sistema opera por semanas o meses, materiales contaminantes se depositan gradualmente sobre el espejo causando dos tipos de errores, a saber:

A. Sólo una pequeña capa de rocío hace decrecer la cantidad de luz reflejada desde el espejo hasta el detector de luz debido a la acumulación de contaminantes no solubles en agua. Si se permitiera su funcionamiento indefinido en estas circunstancias el sistema se saldría de control y produciría lecturas con un gran error en la temperatura de punto de rocío.
B. También aparecen contaminantes solubles en agua, generalmente en forma de sales naturales. Estas sales se diluyen en el agua que se condensa sobre el espejo y producen una reducción en su presión de vapor. Esto puede provocar un incremento en el agua condensada sobre el espejo (delicuescencia), cuando se alcanza el punto de rocío, el sistema de control del instrumento detecta la disminución de la intensidad luminosa recibida e incrementa la temperatura del espejo para compensar ese efecto, es decir, evapora parte del exceso de agua. De esta manera puede mostrar un error positivo de varios grados.

4.2 Configuración del higrómetro

El higrómetro está compuesto por de las siguientes partes:

-Unidad monitor
-Sensor de punto de rocío
-Sensor de temperatura con su cable de conexión

-Unidad de muestreo

El higrómetro usa un sensor de punto de rocío y un sensor de temperatura, con estos dos valores se determina el porcentaje de humedad relativa.

5. INSTALACIÓN

Antes de utilizar el instrumento se debe hacer una inspección visual para familiarizarse con la ubicación de los controles y conectores y leer el manual para entender su funcionamiento.

Use el siguiente procedimiento para preparar el instrumento para su uso:

1 – Conectar las tres unidades del sistema a la red eléctrica a 110 V.
2 - Encienda el monitor accionando el switch POWER al frente del panel del display.
3 - Encienda el sensor accionando el switch del sensor.
4 - Encienda la unidad de muestreo accionando el switch de la unidad de muestreo.
5–Verifique que el equipo inicie el ciclo Pacer. Después de unos pocos minutos el instrumento empieza su operación normal que se muestra como una luz verde en el led CONTROL y la barra gráfica empieza a señalar con luz roja.
6– Las lecturas de humedad o temperatura se obtiene de los indicadores del monitor.

Cuando se requiera seleccionar una ubicación para el sensor, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Localizar el sensor tan cerca del lugar de medición como sea prácticamente posible. Esto minimiza el tiempo de respuesta del sistema y reduce errores.
- Escoja una ubicación del sensor que permita un acceso fácil a la tapa del sensor para facilitar las limpiezas periódicas del espejo.

5.1 Líneas de muestreo

Considere estos criterios para las líneas de muestreo:

- Use la menor longitud posible de manguera entre la fuente y el sensor. Asegúrese de que la tubería está completamente libre de escapes de aire.
- El material usado para las tuberías de muestreo puede tener un efecto sobre la validez de las lecturas. El uso de mangueras de caucho o plástico tales como PVC es aceptable solamente a altas humedades por su naturaleza higroscópica.
- Para puntos de rocío por encima -20°C, la tubería de muestreo y sus accesorios pueden estar hechos de cobre, teflón, aluminio, polipropileno o bronce.
- El diseño del sistema de muestreo debe permitir su limpieza periódica. A muy bajas humedades incluso una muy pequeña cantidad de contaminación puede alterar las mediciones.

5.2 Flujo de aire

El sensor debe tener un adecuado flujo del aire de muestra. Un flujo muy pequeño significa una respuesta lenta mientras que un flujo muy grande puede resultar en inestabilidad del sistema de medición. El flujo de aire debe ser ajustado en 1 litro por minuto a presión atmosférica.

Un flujo de aire mayor genera más moléculas de agua pasando sobre el sensor y puede producir tiempos de respuesta más rápidos pero también puede provocar inestabilidad u oscilación en la lectura. Un flujo más pequeño reduce la cantidad de moléculas de aire pasando sobre el sensor, aumentando su tiempo de respuesta.

6. OPERACIÓN

Al iniciar el sistema se desplaza a través de un breve periodo de auto-prueba. Cuando este concluye se enciende el indicador del PACER, lo que significa que la unidad se encuentra ejecutando su rutina programable automática para la reducción de errores por contaminantes. Este programa se ejecuta automáticamente cuando se enciende el sistema.

Una vez terminado el ciclo PACER, la unidad entra al modo CONTROL. Si los dos sensores (punto de rocío y temperatura) están conectados, el display mostrará los valores y el indicador verde de control estará encendido. Las indicaciones mostradas se actualizan una vez cada dos segundos.

Si sólo se encuentra conectado el sensor de punto de rocío se mostrarán sólo las indicaciones de punto de rocío pero las de temperatura no, así, se mostrará sólo el valor de punto de rocío pero no el de humedad relativa puesto que para su cálculo se requiere el valor de la temperatura.

6.1 Tiempo de respuesta

Para valores de punto de rocío superiores a 0°C, el sistema se estabiliza en pocos segundos. Las lecturas deben hacerse después de que la barra gráfica se haya estabilizado y la luz verde de CONTROL esté encendida.

El tiempo de respuesta depende de un gran número de factores, a saber: valor del punto de rocío, velocidad de flujo de la muestra, filtros, etc.

6.2 Limpieza del espejo

La exactitud de un higrómetro de condensación depende de la condición de la superficie especular. En general, la acumulación de contaminantes sobre el espejo reduce la exactitud.

Sin embargo, el espejo no necesita estar microscópicamente limpio. De hecho, el mejor desempeño del espejo se alcanza unas pocas horas después de su limpieza. Sobre un espejo liso, recién limpiado, hay relativamente pocos sitios de nucleación sobre los cuales se pueden formar depósitos de rocío o de hielo, así que se toma más tiempo colectar una capa de condensado a puntos de rocío bajos.

6.3 Contaminantes particulados

Las partículas insolubles en agua se pueden acumular sobre la superficie del espejo pero usualmente no afectan la exactitud hasta que la reflectancia del espejo se reduzca sustancialmente. En muchos casos, las partículas depositadas mejoran el desempeño del sistema proporcionando sitios de condensación.

6.4 Contaminantes solubles en agua

Materiales tales como sales fácilmente solubles en agua actúan en detrimento de una medición exacta de la concentración de vapor por cualquier método de condensación. Estos materiales se solubilizan fácilmente en el agua condensada en la superficie del espejo reduciendo la presión de vapor, de acuerdo con la Ley de Raoult. A medida que la concentración se incrementa con el tiempo, la presión de vapor de saturación de líquido decrece.

El instrumento responde al descenso en la presión de vapor elevando la temperatura para mantener la presión de vapor en su equilibrio con la presión parcial del vapor de agua atmosférico. El valor indicado de punto de rocío, entonces, derivará hacia arriba con respecto al verdadero valor del punto de rocío. Este tipo de error de medición con frecuencia pasa desapercibido por que el incremento es gradual.

Para revisar si los contaminantes disueltos están afectando las mediciones de punto de rocío, se recomienda:

1. Anotar el valor indicado de punto de rocío.
2. Limpiar el espejo
3. Balancear el detector iniciando un ciclo PACER
4. medir de nuevo el punto de rocío

Si la nueva lectura es menor que la primera probablemente existe material soluble en suficiente cantidad para causar errores de medición.

6.5 Contaminantes gaseosos

Cuando está presente un material gaseoso (incluso en muy bajas concentraciones) que tiene una temperatura de condensación mas alta que la del agua, eventualmente el higrómetro mostrará la temperatura de condensación de dicho material en lugar de la del agua. Tales materiales se acumulan en el espejo solamente mientras está frío, en la atmósfera normal los contaminantes gaseosos no tienen un efecto detectable.

6.6 Reducción de los efectos contaminantes

La característica PACER del higrómetro reduce los efectos de los contaminantes, pero la velocidad a la cual se acumulan estos contaminantes puede reducirse disminuyendo la velocidad de flujo de gas.

El espejo se debe limpiar cada vez que sea necesario de acuerdo con el procedimiento de limpieza descrito en este documento. Para determinar el intervalo apropiado para las limpiezas se debe tomar una lectura antes y una después de la limpieza, si las dos lecturas son muy diferentes, el espejo debe ser limpiado con mayor frecuencia.

6.7 Inundación del espejo

Si se produce una transición abrupta de unas condiciones secas a unas húmedas el espejo puede acumular una sobrecarga de humedad. Esto hace que se necesiten varios minutos para que el espejo del sensor se seque. Este proceso puede aligerarse oprimiendo el botón HEAT que calentará temporalmente el espejo o el exceso de humedad se puede purgar haciendo pasar una corriente de gas seco sobre el espejo del sensor.

7. MANTENIMIENTO

7.1 Mantenimiento menor del espejo sensor

Periódicamente se debe inspeccionar y realizar mantenimiento del sensor óptico como se describe en los siguientes párrafos. Estos procedimientos pueden realizarse en cualquier momento pero son necesarios solamente cuando el indicador SERVICE éste iluminado.

7.2 Limpieza del sensor

Bajo condiciones normales el higrómetro se auto chequea y auto balancea, sin embargo, hay ocasiones cuando el material particulado y los contaminantes solubles en agua reducen la reflectancia del sensor y como resultado, la exactitud del sistema.

Realice la limpieza del sensor de acuerdo con el siguiente procedimiento:

1. Desactive el enfriador del sensor mediante las siguientes acciones:
   - Apague el sensor
   - Oprima el botón HEAT
   - Desconecte el cable del sensor

2. Suspenda el muestreo de gas, apagando la unidad de muestreo. Asegúrese de que la cavidad del sensor este despresurizada antes de continuar con el siguiente paso.
3. Abra el sensor removiendo la tapa del mismo.
4. Humedezca un copito de algodón con la solución limpiadora que está en el kit de mantenimiento o con metanol u otro alcohol diluido. Limpie el espejo con unas pocas y ligeras pasadas. Si el sensor ha sido expuesto a contaminación significativa, limpie las otras superficies ópticas en el sensor y en la cavidad del sensor.
5. Coloque la tapa del sensor
6. Regrese a la operación normal, iniciando un ciclo PACER y continúe la operación normal.

7.3 Mantenimiento de la línea de muestreo

Las líneas de muestreo contaminadas puede causar largos tiempos de respuesta y lecturas erróneas, usualmente mayores que las debidas. Para prevenir que esto suceda, las líneas de muestreo se deben limpiar con tanta frecuencia como sea necesario. Para determinar la frecuencia de limpieza, tomar lecturas de punto

de rocío antes y después de limpiar las líneas, la cavidad del sensor y el espejo. Si las dos lecturas son muy diferentes, la limpieza debe hacerse con mayor frecuencia. Para reducir la velocidad de contaminación se puede bien reducir la velocidad de flujo o instalar un filtro en la línea de muestreo antes del sensor.

7.4 Balanceo del sensor óptico

Si la luz del indicador SERVICE continúa encendida después de un ciclo PACER, incluso luego de realizar la limpieza, se debe verificar el ajuste de la balanza óptica del sensor. Un ajuste inadecuado de la balanza óptica es la causa más común de malfuncionamiento del instrumento. También, sistemas de medición nuevos requieren un ajuste de la balanza óptica después de uno o dos meses de operación.

Oprimir el botón HEAT, espere un minuto (el display de humedad deberá estar al menos 10°C por encima de la temperatura ambiental), luego observe la barra gráfica de la derecha, si solamente la última fracción está iluminada, el sensor está apropiadamente balanceado, de otra manera, se debe balancear, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

a. Si aún no lo ha hecho, limpie el espejo como se describe en la sección anterior. Asegúrese de que la tapa del sensor esté puesta y asegurada cuando verifique la balanza óptica. Si ninguna barra o más de una está iluminada vaya al paso b.
b. Si no hay barras iluminadas, gire el tornillo de la balanza sobre el sensor en dirección contraria a las manecillas del reloj hasta que sólo una barra quede iluminada.
c. Si más de una barra está iluminada, gire el tornillo en el sentido de las manecillas del reloj hasta que sólo la barra inferior esté iluminada.

NOTA: Asegúrese de que la cavidad del sensor esté tapada mientras realiza el ajuste de la balanza óptica puesto que la luz ambiental puede causar errores adicionales. Todos los ajustes de la balanza debe hacerse sobre un espejo limpio y seco.

El sensor está balanceado cuando solo una barra está iluminada. Si no hay ninguna o si hay varias barras iluminadas es probable que se haya permitido la entrada de luz a la cavidad menor del sensor por lo que habrá de repetirse el paso b. apague el control de calentamiento (HEAT) para dejar de calentar el sensor.

Iniciar un ciclo PACER presionando el respectivo botón. Cuando este ciclo se complete el sensor estará balanceado.

En el Manual del propietario del Higrómetro (Owner`s Manual) se encuentran las gráficas que ayudan a interpretar el texto que aquí se traduce y se encuentran los diagramas de flujo de las operaciones indicadas.

8. REFERENCIAS

1] General Eastern. Hygro – M2 & Hygro – E2 Humidity Monitors. Owner´s Manual. Tradución libre LACM.